

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-237132

(43)Date of publication of application : 09.09.1997

---

(51)Int.Cl. G06F 1/06  
G06F 1/08

---

(21)Application number : 08-043656 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 29.02.1996 (72)Inventor : TOMIYASU YUICHI

---

(54) COMPUTER SYSTEM AND ITS CLOCK CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely realize a power management function for preventing useless power consumption and also to realize the sure operation of an application program by means of requested ability by varying a clock frequency in accordance with system conditions.

SOLUTION: A system controller 10 indicates the variation of the clock frequency with respect to a clock controller 1 in accordance with the load state of CPU 12, the residual capacity of a battery 15 and the heat temp. state of CPU 12 and variably sets the clock frequency to a proper value in accordance with the system conditions. Thus high ability is shown in CPU 12 at the time of executing the application program, the useless power consumption is saved in the battery 16 and the destruction in CPU 12 and the incomplete function of the system are prevented.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A computer system comprising:

An output clock means to generate and output a clock required for operation of a system.

CPU which operates based on said generated clock and executes an application program.

A switching signal output means which outputs a clock switching signal by detecting a predetermined operating state of said system during execution of said application program.

A clock switching means which once interrupts operation of said application program by CPU and switches a clock frequency of said output clock means in response to said clock switching signal. A means to make execution of an application program by said CPU resume after said clock frequency is switched.

[Claim 2] The computer system according to claim 1 which is provided with the following and characterized by said switching signal output means outputting said clock switching signal according to remaining capacity of a battery detected by said battery capacity detection means.

A battery used as a power supply for operation of a system.

A battery capacity detection means by which an application program detects remaining capacity of said battery working.

[Claim 3] The computer system according to claim 1 wherein it provides a temperature detecting means which detects exothermic temperature of said CPU and said switching signal output means outputs said clock switching signal according to exothermic temperature of CPU detected by said temperature detecting means.

[Claim 4] Provide a programing operation detection means to detect an operating state of an application program and said switching signal output means The

computer system according to claim 1 characterized by outputting said clock switching signal according to an operating state of an application program detected by said programing operation detection means.

[Claim 5]The computer system according to claim 4wherein said programing operation detection means detects an operating state by counting the number of times of an idle state of CPU.

[Claim 6]The computer system comprising according to claim 1:

A discriminating means which distinguishes whether an application program which is operating by said system is a program about communication.

A discontinuation means to interrupt an output of said clock switching signal since a clock frequency outputted by said output clock means is fixed when it is distinguished by said discriminating means that an application program about communication is working.

[Claim 7]An output clock means to generate and output a clock required for operation of a system.

CPU which operates based on said generated clock and executes an application program.

By being the clock control method provided with the aboveand detecting a predetermined operating state of said system during execution of said application programA step which outputs a clock switching signaland a step which once interrupts operation of said application program by CPUand switches a clock frequency of said output clock means in response to said clock switching signalAfter said clock frequency is switchedit consists of a step which makes execution of an application program by said CPU resume.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the computer system which has the function to change the frequency of the clock for operation of a system according to predetermined conditions.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally a notebook type or palm (palm) top type personal computer has a common method which uses a rechargeable battery as a power supply for operation of a system. In such a method in order to save the power consumption of the battery which has restriction in power capacity various kinds of power management functions are developed.

[0003] There is a method to which the frequency of the clock for operation of a system is reduced and the power consumption of a battery is reduced as a result as one of the power management functions of this. The system controller (control section which has an interface function between each element in a system) which has a function which controls the clock in a system by this method carries out by carrying out dividing of the frequency of the clock from a clock generator according to the preset value set up by keystroke of a keyboard from a user. Thereby CPU, a display controller, etc. to which a clock is supplied from a system controller make the power consumption of a battery decline as a whole in order to operate with the clock of low frequency.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As a power management function adopted as the conventional personal computer, there is a method to which the frequency of clocks for operations such as CPU and a display controller is reduced. However, in the conventional method, a working application program is once terminated, it is a premise to set up a clock frequency by keystroke, etc. from the exterior, and the system will operate by the set-up clock frequency until it will cancel it once it is set up.

[0005] For this reason, when operating the application program which needs high

capability (high clock frequency) while the low clock frequency had been set up the situation where smooth operation cannot be performed occurs. When the conversely high clock frequency is set up and the application program is not operating useless electric power will be consumed.

[0006] According to the situation of a system even if various kinds of application programs of the purpose of this invention are working As a clock frequency is changed dynamically the power management function which prevents useless power consumption is realized certainly and it is in realizing positive operation of an application program by the capability demanded.

[0007]

[Means for Solving the Problem] A computer system which has an output clock means whose this invention is characterized by that a system comprises the following to generate and output a clock required for operation of a system and CPU which operates based on said generated clock and executes an application program.

A switching signal output means which outputs a clock switching signal by detecting a predetermined operating state of said system during execution of said application program.

A clock switching means which once interrupts operation of said application program by CPU and switches a clock frequency of said output clock means in response to said clock switching signal.

A means to make execution of an application program by said CPU resume after said clock frequency is switched.

[0008]

[Embodiment of the Invention] With reference to drawings an embodiment of the invention is described below. Drawing 1 is a block diagram for explaining the clock control system related to this embodiment drawing 2 is a block diagram showing the important section of the personal computer related to this embodiment and drawing 3 is a flow chart for explaining operation of this

embodiment.

(System configuration) As shown in drawing 1 the system of this embodiment has the clock controller 1 which generates a clock required for operation of a system and is supplied to each element and has a function in which this clock controller 1 changes the frequency of a clock according to the situation of a system. The clock controller 1 carries out dividing of the basic clock CP (for example frequency of 75 MHz) supplied from the clock generator 2 and generates the clocks CFCH and CM and CL of different frequency. The clock controller 1 generates the clocks CFCH and CM and CL of different frequency according to the concrete conditions which are in the situation of a system (a clock frequency will be changed if it puts in another way).

[0009] Based on CPU12 having received the SMI (system management interruption) signal from the load primary detecting element 3 of CPU the battery remaining capacity primary detecting element 4 and the exothermic primary detecting element 5 of CPU the clock controller 1 specifically If there are directions which change a clock from CPU12 signal SI which shows that a clock is conversely changed to CPU12 will be outputted and a clock variable authorized state (stop Grant state) will be set for CPU12. If such a set is made CPU12 will suspend operation of an application program.

[0010] And if CPU12 is stabilized with the clock after a frequency change after a clock is switched by the clock controller 1 the clock controller 1 will cancel a stop Grant state and will make it the usual application program operating state.

Frequently even if working i.e. an application program etc. is working by repeating this control as for a system it is smooth and a clock frequency can be switched certainly and efficiently and power consumption can be reduced.

[0011] Clock CF is used as the clock of the maximum frequency (75 MHz) corresponding to a full power mode in this embodiment The clock CH is used as the clock of the high frequency (it may be about 48 MHz) corresponding to a high power mode Clock CM is used as the clock of the intermediate frequency (it may be about 37 MHz) corresponding to a medium power mode and clock CL is

assumed to be a clock of the lowest frequency (it may be about 24 MHz) corresponding to a low power mode.

[0012]The aforementioned concrete conditions mean the loaded condition at the time of operation of CPUthe remaining capacity of the battery which is a power supply for operation of a systemand the exothermic temperature (skin temperature of CPU) of CPU. Then the system of this embodiment has the load primary detecting element 3 of CPUthe battery remaining capacity primary detecting element 4and the exothermic primary detecting element 5 of CPU as a concrete means for judging each condition.

[0013]With reference to drawing 2the system configuration at the time of applying this embodiment to a personal computer is explained below. The aforementioned clock controller 1 is formed in the inside of the system controller 10. The system controller 10 is a control section which has a function of system interface 11 grade. The system controller 10 supplies a required clock (CFCHCMCL) to CPU12 or the display controller 14 on operation with the clock controller 1or performs control to suspend.

[0014]The system controller 10 is connected with the switch controller (power supply microcomputer) 15 which controls the power supply from the rechargeable battery 16 which is a power supply for operation of a computerand the remaining capacity of the battery 16 is notified to it from the switch controller 15. The system controller 10 inputs a temperature detecting value from the temperature sensor 13 which detects the skin temperature of CPU12and is supervising whether the skin temperature of CPU12 is over the permissive temperature value.

(Clock control processing) With reference to the flow chart of drawing 3the clock control processing which is operation of this embodiment is explained below.

[0015]Firstif one [ a power supply ]the operating power of a system will be supplied by control of the switch controller 15 based on the electric power of the battery 16 (Step S1). In the system controller 10the clock controller 1 supplies clock CF of the maximum frequency (75 MHz) corresponding to a full power

mode to CPU12 based on basic clock CP from the clock generator 2 (Step S2). This embodiment explains only the clock control processing supplied to CPU12. [0016]The system controller 10 is supervising the exothermic temperature of loaded-condition [ of CPU12 which is in the situation of a system ]battery remaining capacityand CPU12and directs variable [ of a clock frequency ] to the clock controller 1 according to the situation.

[0017]According to this embodimentthe loaded condition of CPU12 is detected to the 1stand it directs variable [ of a clock frequency ] according to the loaded condition (Step S3). The loaded condition of CPU12 is an operating state when CPU12 is executing the application programand the above-mentioned full power modethe high power modethe medium power modeand the low power mode are supported by the stage. The loaded condition of CPU12 is judged by the driver software attached to OSfor example from the number of times of the idle state of CPU12 in a certain fixed time. That issince the flag which shows a busy state whenever CPU12 accesses I/O or a memory is setthe system controller 10 recognizes the number of times of an idle state based on the number of times of a set of this flagand detects the loaded condition of CPU12.

[0018]The system controller 10 directs to change a clock frequency according to each mode to the clock controller 1when the loaded condition of CPU12 is except a full power mode (NO of step S4S5). For examplewhen the loaded condition of CPU12 is equivalent to a high power modethe clock controller 1 is relatively changed into the clock CH of high frequency (it may be about 48 MHz).

Similarlyin the case of a medium power modeit changes at clock CM of an intermediate frequency (it may be about 37 MHz)andin the case of a low power modechanges at clock CL of lowest frequency (it may be about 24 MHz).

[0019]The system controller 10 supervises the remaining capacity of the battery 16and directs variable [ of a clock frequency ] to the clock controller 1 according to the remaining capacity (Step S6). Whenever the power capacity of the battery 16 decreases to some extent from 100% - 75% (full charge state)the switch controller 15 generates SMI (system management



interruption) and specifically notifies it to the system controller 10.

[0020] The system controller 10 directs to change a clock frequency according to predetermined remaining capacity to the clock controller 1 when the remaining capacity of the battery 16 is except 100% - 75% (NO of Step S7S8). For example when the remaining capacity of the battery 16 decreases to 74% - about 50% the clock controller 1 is changed into the clock frequency of the clock CH equivalent to a high power mode. It changes into clock CM which similarly is equivalent to a medium power mode when it decreases to 49% - about 25% and when it decreases to 24% or less it is made to fall to clock CL of the lowest frequency equivalent to a low power mode.

[0021] When the system controller 10 supervises the exothermic temperature of working CPU12 and the exothermic temperature is over the permissive temperature value it directs to reduce a clock frequency to the clock controller 1 (step S9). The temperature sensor 13 installed in the surface of CPU12 specifically detects the skin temperature of CPU12 always and the switch controller 15 always supervises this detecting signal. And when the exothermic temperature of CPU12 turns into temperature of following (1) - (3) determined beforehand the switch controller 15 generates interrupt signal SMI (system management interrupt) and is transmitted to CPU12. It points to CPU12 to the system controller 10 and the clock controller 1 is made to perform clock control according to it (Step S10S11).

[0022] (1) When temperature TA which brings down the frequency of a CPU clock is exceeded publish an SMI signal carry out a speed down using a stop clock function and reduce generation of heat. (2) If temperature falls from temperature TB which resets a speed down an SMI signal will be published a speed down will be stopped and it will return to a hand and the usual speed. (3) Even if it controls the above (1) when a rise in heat continues further and temperature TC is exceeded publish an SMI signal and turn off a power supply compulsorily. The relation of each temperature serves as "TB < TA < TC."

[0023] A permissive temperature value changes with systems in addition is

determined by the loaded condition of CPU12, i.e. a relation with a clock frequency. As mentioned above, in order to switch a CPU clock dynamically during a system action, it takes a certain amount of time (0.5 to 0.8 ms). Therefore, when working, the problem of compatibility may be produced for the application program for communication. Therefore, although a CPU clock can be switched working [ an application program ] in this invention, it keeps from permitting the change of a clock only during communications processing. In order to realize a stop of this clock change, OS of a system supervises whether the application program under present operation is a communications program. When a communications program is working, CPU12 outputs a clock hold signal to the clock controller 1, and a clock change is made not to be performed.

[0024] According to this embodiment, according to the situation of a system, a system is maintainable in the always proper state by carrying out variable setting out of the frequency of a clock required for operation of CPU12 grade as mentioned above. That is, according to the loaded condition of CPU12, when the capability of a full power mode is required in operation of an application program, clock CF of maximum frequency corresponding to it can be supplied, and clock CL of lowest frequency can be conversely supplied at the time of un-operating. Therefore, an application program can be performed smoothly and the power consumption of the battery 16 can be saved by reducing a clock frequency at the time of un-operating of an application program.

[0025] The power consumption of the battery 16 can be saved as a result by carrying out variable setting out of the frequency of a clock according to the remaining capacity of the battery 16. When it decreases especially to the capacity (for example, 24% or less) near the lower limit of tolerance level, by making it fall to the minimum clock frequency (CL), the power consumption of the battery 16 can be saved as much as possible. For example, resume processing can be performed certainly. By this, the batteries 16 decrease in number below to the lower limit of tolerance level, a system serves as malfunction, and the situation which the required data of preservation eliminates can be prevented beforehand.

[0026]When the exothermic temperature of CPU12 is supervised and exothermic temperature is over the permissive temperature value the exothermic temperature of CPU12 can be reduced by reducing a clock frequency compulsorily.

Therefore the situation where CPU12 breaks or it runs recklessly by the unusual rise of the exothermic temperature of CPU12 can be prevented beforehand.

[0027]

[Effect of the Invention]As explained in full detail above when it applies to especially a personal computer according to this invention by changing a clock frequency according to the situation of a system it is realizable to operate an application program certainly by the power management function which prevents useless power consumption and the capability demanded. By specifically changing a clock frequency according to the loaded condition of CPU the remaining capacity of the battery which is a power supply for operation of a system and the exothermic temperature of CPU saving of the power consumption of a battery execution of a positive application program and also previous prevention of the malfunction of a system can be planned.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The block diagram for explaining the clock control system related to this embodiment in this invention.

[Drawing 2]The block diagram showing the important section of the personal computer related to this embodiment.

[Drawing 3]The flow chart for explaining operation of this embodiment.

[Description of Notations]

- 1 -- Clock controller
- 2 -- Clock generator
- 3 -- Load primary detecting element of CPU

- 4 -- Battery remaining capacity primary detecting element
- 5 -- Exothermic primary detecting element of CPU
- 10 -- System controller
- 11 -- System interface
- 12 -- CPU
- 13 -- Temperature sensor
- 14 -- Display controller
- 15 -- Switch controller
- 16 -- Rechargeable battery

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-237132

(43) 公開日 平成9年(1997)9月9日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F	1/06		G 0 6 F	3 1 0 A
	1/08			3 2 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-43656

(22) 出願日 平成8年(1996)2月29日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 富安 雄一

東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会

社東芝青梅工場内

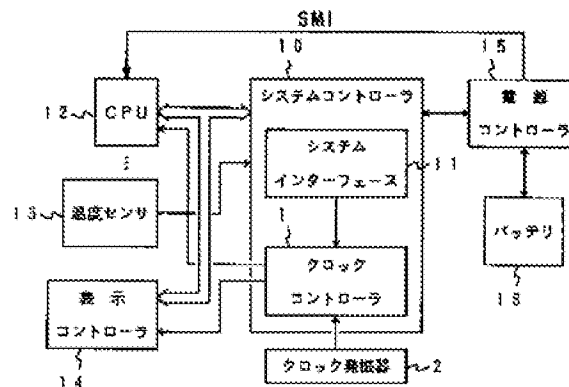
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 コンピュータシステム及びそのクロック制御方法

(57) 【要約】

【課題】 システムの状況に応じてクロック周波数を可変できるようにして、無駄な消費電力を防止するパワーマネジメント機能を確実に実現すると共に、要求される能力でアプリケーションプログラムの確実な動作を実現することにある。

【解決手段】 システムコントローラ10は、CPU12の負荷状態、バッテリー16の残容量、CPU12の発熱温度状態に従って、クロックコントローラ1に対してクロック周波数の可変を指示して、それらのシステムの状況に応じてクロックの周波数を適正値に可変設定させる。これにより、アプリケーションプログラムの実行時にはCPU12に高い能力を発揮させ、またバッテリー16の無駄な消費電力を節約したり、CPU12の破壊やシステムの機能不全を未然に防止することが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 システムの動作に必要なクロックを生成して出力するクロック出力手段と、

前記生成されたクロックに基づいて動作し、アプリケーションプログラムを実行するCPUと、

前記アプリケーションプログラムの実行中に、前記システムの所定の動作状態を検出することにより、クロック切換信号を出力する切換信号出力手段と、

前記クロック切換信号を受けて、一旦CPUによる前記アプリケーションプログラムの動作を中断し、前記クロック出力手段のクロック周波数を切換えるクロック切換え手段と、

前記クロック周波数が切換えられた後、前記CPUによるアプリケーションプログラムの実行を再開させる手段とを具備したことを特徴とするコンピュータシステム。

【請求項2】 システムの動作電源として使用するバッテリーと、

アプリケーションプログラムの動作中に、前記バッテリーの残容量を検出するバッテリー容量検出手段とを具備し、前記切換信号出力手段は、前記バッテリー容量検出手段により検出されたバッテリーの残容量に従って、前記クロック切換信号を出力することを特徴とする請求項1記載のコンピュータシステム。

【請求項3】 前記CPUの発熱温度を検出する温度検出手段を具備し、

前記切換信号出力手段は、前記温度検出手段により検出されたCPUの発熱温度に従って、前記クロック切換信号を出力することを特徴とする請求項1記載のコンピュータシステム。

【請求項4】 アプリケーションプログラムの動作状態を検出するプログラム動作検出手段を具備し、前記切換信号出力手段は、前記プログラム動作検出手段により検出されたアプリケーションプログラムの動作状態に従って、前記クロック切換信号を出力することを特徴とする請求項1記載のコンピュータシステム。

【請求項5】 前記プログラム動作検出手段は、CPUのアイドル状態の回数をカウントすることにより、動作状態を検出することを特徴とする請求項4記載のコンピュータシステム。

【請求項6】 前記システムで動作しているアプリケーションプログラムが、通信に関するプログラムであるかどうかを判別する判別手段と、

前記判別手段により、通信に関するアプリケーションプログラムが動作中であると判別された場合には、前記クロック出力手段により出力されるクロック周波数を固定するため、前記クロック切換信号の出力を中断させる中断手段とを具備したことを特徴とする請求項1記載のコンピュータシステム。

【請求項7】 システムの動作に必要なクロックを生成して出力するクロック出力手段と、前記生成されたクロ

ックに基づいて動作し、アプリケーションプログラムを実行するCPUとを有するコンピュータシステムのクロック制御方法であって、

前記アプリケーションプログラムの実行中に、前記システムの所定の動作状態を検出することにより、クロック切換信号を出力するステップと、

前記クロック切換信号を受けて、一旦CPUによる前記アプリケーションプログラムの動作を中断し、前記クロック出力手段のクロック周波数を切換えるステップと、前記クロック周波数が切換えられた後、前記CPUによるアプリケーションプログラムの実行を再開させるステップとからなることを特徴とするクロック制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、所定の条件に応じてシステムの動作クロックの周波数を可変する機能を有するコンピュータシステムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、ノート型またはパーム（palm）トップ型のパーソナルコンピュータは、システムの動作電源として充電式バッテリーを使用する方式が一般的である。このような方式では、電力容量に制限のあるバッテリーの消費電力を節約するために、各種のパワーマネージメント機能が開発されている。

【0003】 このパワーマネージメント機能の一つとして、システムの動作クロックの周波数を低下させて、結果的にバッテリーの消費電力を低下させる方式がある。この方式では、システム内のクロックを制御する機能を有するシステムコントローラ（システム内の各要素間のインターフェース機能を有する制御部）が、ユーザからキーボードのキー入力により設定された設定値に従って、クロック発振器からのクロックの周波数を分周することにより行なう。これにより、システムコントローラからクロックを供給されるCPUや表示コントローラ等は、低い周波数のクロックにより動作するため、全体としてバッテリーの消費電力を低下させることになる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来のパーソナルコンピュータに採用されているパワーマネージメント機能として、CPUや表示コントローラ等の動作クロックの周波数を低下させる方式がある。しかしながら、従来の方式では、一旦、動作中のアプリケーションプログラムを終了させて、外部からキー入力等によりクロック周波数を設定することが前提であり、一度設定されるとそれを解除するまで、設定されたクロック周波数によりシステムは動作することになる。

【0005】 このため、高い能力（高いクロック周波数）を必要とするアプリケーションプログラムを動作させるときに、低いクロック周波数が設定されたままで、円滑な動作ができないような事態が発生する。また、逆

に高いクロック周波数が設定されているときに、アプリケーションプログラムが動作していない場合には、無駄な電力を消費することになる。

【0006】本発明の目的は、システムの状態に応じて、各種のアプリケーションプログラム等が動作中でも、クロック周波数をダイナミックに変えられるようにして、無駄な消費電力を防止するパワーマネジメント機能を実現すると共に、要求される能力でアプリケーションプログラムの確実な動作を実現することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、システムの動作に必要なクロックを生成して出力するクロック出力手段と、前記生成されたクロックに基づいて動作し、アプリケーションプログラムを実行するCPUとを有するコンピュータシステムにおいて、前記アプリケーションプログラムの実行中に、前記システムの所定の動作状態を検出することにより、クロック切換信号を出力する切換信号出力手段と、前記クロック切換信号を受けて、一旦CPUによる前記アプリケーションプログラムの動作を中断し、前記クロック出力手段のクロック周波数を切換えるクロック切換手段と、前記クロック周波数が切換えられた後、前記CPUによるアプリケーションプログラムの実行を再開させる手段とを備えたシステムである。

【0008】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本実施形態に関するクロック制御方式を説明するためのブロック図であり、図2は本実施形態に関するパーソナルコンピュータの要部を示すブロック図であり、図3は本実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

(システム構成) 本実施形態のシステムは、図1に示すように、システムの動作に必要なクロックを生成して各要素に供給するクロックコントローラ1を有し、このクロックコントローラ1がシステムの状態に応じてクロックの周波数を可変する機能を有するものである。クロックコントローラ1は、クロック発振器2から供給される基本クロックCP(例えば75MHzの周波数)を分周して、異なる周波数のクロックCF、CH、CM、CLを生成する。さらに、クロックコントローラ1は、システムの状態である具体的条件に応じて、異なる周波数のクロックCF、CH、CM、CLを生成する(換言すれば、クロック周波数を可変する)。

【0009】具体的には、クロックコントローラ1は、CPUの負荷検出部3、バッテリー残容量検出部4、CPUの発熱検出部5からのSMI(システムマネジメント割込み)信号をCPU12が受けたことに基づいて、CPU12からクロックを可変する指示があると、逆にCPU12に対してクロックを可変することを示す信号

SIを出力し、CPU12をクロック可変許可状態(ストップグラント状態)をセットする。このようなセットがなされると、CPU12はアプリケーションプログラムの動作を停止する。

【0010】そして、クロックコントローラ1によりクロックが切換えられた後、CPU12が周波数切換後のクロックで安定すると、クロックコントローラ1はストップグラント状態を解除し、通常のアプリケーションプログラム動作状態にする。頻繁に、この制御を繰り返すことによって、システムが動作中、即ちアプリケーションプログラムなどが動作中であっても、円滑で確実にかつ効率良くクロック周波数を切換えて消費電力を低減することができる。

【0011】本実施形態では、クロックCFをフルパワーモードに対応する最高周波数(75MHz)のクロックとし、クロックCHをハイパワーモードに対応する高い周波数(48MHz程度とする)のクロックとし、クロックCMをミディアムパワーモードに対応する中間周波数(37MHz程度とする)のクロックとし、クロックCLをローパワーモードに対応する最低周波数(24MHz程度とする)のクロックと想定する。

【0012】前記の具体的条件とは、CPUの動作時における負荷状態、システムの動作電源であるバッテリーの残容量、CPUの発熱温度(CPUの表面温度)を意味する。そこで、本実施形態のシステムは、それぞれの条件を判断するための具体的手段として、CPUの負荷検出部3、バッテリー残容量検出部4、CPUの発熱検出部5を有する。

【0013】以下図2を参照して、本実施形態をパーソナルコンピュータに適用した場合のシステム構成を説明する。前記のクロックコントローラ1は、システムコントローラ10の内部に設けられている。システムコントローラ10は、システムインターフェース11等の機能を有する制御部である。システムコントローラ10は、クロックコントローラ1によりCPU12や表示コントローラ14に動作上必要なクロック(CF、CH、CM、CL)を供給し、または停止する制御を行なう。

【0014】システムコントローラ10は、コンピュータの動作電源である充電式のバッテリー16からの電源を制御する電源コントローラ(電源マイコン)15と連絡し、電源コントローラ15からバッテリー16の残容量を通知される。さらに、システムコントローラ10は、CPU12の表面温度を検出する温度センサ13から温度検出値を入力し、CPU12の表面温度が許容温度値を越えているか否かを監視している。

(クロック制御処理) 以下図3のフローチャートを参照して、本実施形態の動作であるクロック制御処理について説明する。

【0015】まず、電源がオンされると、電源コントローラ15の制御によりバッテリー16の電力に基づいて、

システムの動作電力が供給される(ステップS1)。システムコントローラ10では、クロックコントローラ1は、クロック発振器2からの基本クロックCPに基づいて、フルパワーモードに対応する最高周波数(75MHz)のクロックCFをCPU12に供給する(ステップS2)。本実施形態では、CPU12に供給するクロック制御処理についてのみ説明する。

【0016】システムコントローラ10は、システムの状態であるCPU12の負荷状態、バッテリー残容量、CPU12の発熱温度を監視しており、その状況に従ってクロックコントローラ1にクロック周波数の可変を指示する。

【0017】本実施形態では、第1にCPU12の負荷状態を検出し、その負荷状態に応じてクロック周波数の可変を指示する(ステップS3)。CPU12の負荷状態とは、CPU12がアプリケーションプログラムを実行しているときの動作状態であり、その段階により前述のフルパワーモード、ハイパワーモード、ミディアムパワーモード、ローパワーモードに対応している。CPU12の負荷状態は、OSに付属するドライバソフトウェアにより、例えばある一定時間でのCPU12のアイドル状態の回数から判断される。即ち、システムコントローラ10は、CPU12がI/Oまたはメモリをアクセスする度にビジー状態を示すフラグがセットされるため、このフラグのセット回数に基づいてアイドル状態の回数を認識して、CPU12の負荷状態を検出する。

【0018】システムコントローラ10は、CPU12の負荷状態がフルパワーモード以外のときに、各モードに従ってクロック周波数を可変することをクロックコントローラ1に指示する(ステップS4のNO, S5)。例えば、CPU12の負荷状態がハイパワーモードに相当する場合には、クロックコントローラ1は相対的に高い周波数(48MHz程度とする)のクロックCHに可変する。同様に、ミディアムパワーモードの場合には、中間周波数(37MHz程度とする)のクロックCMに可変し、ローパワーモードの場合には最低周波数(24MHz程度とする)のクロックCLに可変する。

【0019】さらに、システムコントローラ10は、バッテリー16の残容量を監視し、その残容量に応じてクロック周波数の可変をクロックコントローラ1に指示する(ステップS6)。具体的には、電源コントローラ15は、バッテリー16の電力容量が例えば100%~75%(満充電状態)からある程度減少する毎に、SMI(システムマネージメント割込み)を発生して、システムコントローラ10に通知する。

【0020】システムコントローラ10は、バッテリー16の残容量が100%~75%以外のときに、所定の残容量に従ってクロック周波数を可変することをクロックコントローラ1に指示する(ステップS7のNO, S8)。例えば、バッテリー16の残容量が74%~50%

程度に減少した場合には、クロックコントローラ1はハイパワーモードに相当するクロックCHのクロック周波数に可変する。同様に、49%~25%程度に減少した場合には、ミディアムパワーモードに相当するクロックCMに可変し、24%以下まで減少した場合にはローパワーモードに相当する最低周波数のクロックCLまで低下させる。

【0021】また、システムコントローラ10は、動作中のCPU12の発熱温度を監視し、その発熱温度が許容温度値を越えている場合にクロック周波数を低下させることをクロックコントローラ1に指示する(ステップS9)。具体的には、CPU12の表面に設置された温度センサ13が、常時CPU12の表面温度を検出して、この検出信号を常時電源コントローラ15が監視する。そして、CPU12の発熱温度が予め決定された以下(1)~(3)の温度になった場合、電源コントローラ15は割り込み信号SMI(system management interrupt)を発生し、CPU12に伝達される。CPU12はシステムコントローラ10に指示して、クロックコントローラ1にそれに応じたクロック制御を実行させる(ステップS10, S11)。

【0022】(1)CPUクロックの周波数をダウンさせる温度TAを越えた場合、SMI信号を発行し、ストップクロック機能を利用してスピードダウンさせて発熱を減らす。(2)スピードダウンをリセットする温度TBより温度が下がったら、SMI信号を発行してスピードダウンを止め手、通常のスピードに戻る。(3)前記(1)の制御を行なっても、さらに温度上昇が継続して、温度TCを越えた場合、SMI信号を発行して強制的に電源をOFFする。なお、各温度の関係は、「 $TB < TA < TC$ 」となっている。

【0023】なお、許容温度値は、システムにより異なり、その他CPU12の負荷状態、即ちクロック周波数との関係で決定される。以上のように、CPUクロックをシステム動作中に、ダイナミックに切替えるためには、ある程度の時間(0.5~0.8ms)がかかる。従って、通信用のアプリケーションプログラムを動作中の場合には、互換性の問題を生ずる可能性がある。従って、本発明ではアプリケーションプログラムの動作中に、CPUクロックを切替え可能となっているが、通信処理中だけはクロックの切替えを許可しないようにする。このクロック切換の停止を実現するため、システムのOSは、現在稼働中のアプリケーションプログラムが通信プログラムであるか否かを監視する。通信プログラムが稼働中である場合には、CPU12がクロックコントローラ1に対して、クロックホールド信号を出力し、クロック切換えが行なわれないようにする。

【0024】以上のように本実施形態によれば、システムの状態に応じて、CPU12等の動作に必要なクロッ



クの周波数を可変設定することにより、システムを常に適正な状態に維持することができる。即ち、CPU12の負荷状態に従って、アプリケーションプログラムの動作においてフルパワーモードの能力が必要な場合には、それに見合う最高周波数のクロックCFを供給し、逆に非動作時には最低周波数のクロックCLを供給することができる。従って、アプリケーションプログラムを円滑に実行させることができると共に、アプリケーションプログラムの非動作時にはクロック周波数を低下させることによりバッテリー16の消費電力を節約することができる。

【0025】また、バッテリー16の残容量に従ってクロックの周波数を可変設定することにより、結果的にバッテリー16の消費電力を節約することができる。特に、許容範囲の下限値に近い容量（例えば2.4%以下）まで減少した場合に、最低のクロック周波数（CL）まで低下させることにより、バッテリー16の消費電力をできるだけ節約して、例えばレジャーム処理を確実に実行させることができる。これにより、バッテリー16が許容範囲の下限値以下まで減少して、システムが機能不全となり、保存の必要なデータが消去するような事態を未然に防止することができる。

【0026】さらに、CPU12の発熱温度を監視して、発熱温度が許容温度値を越えている場合に、強制的にクロック周波数を低下させることにより、CPU12の発熱温度を低下させることができる。従って、CPU12の発熱温度の異常な上昇により、CPU12が破壊したり、暴走するような事態を未然に防止することができる。

【0027】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、特

にパーソナルコンピュータに適用した場合に、システムの状態に応じてクロック周波数を可変することにより、無駄な消費電力を防止するパワーマネジメント機能および要求される能力でアプリケーションプログラムを確実に動作させることを実現することができる。具体的には、CPUの負荷状態、システムの動作電源であるバッテリーの残容量、およびCPUの発熱温度に従ってクロック周波数を可変することにより、バッテリーの消費電力の節約、確実なアプリケーションプログラムの実行、さらにシステムの機能不全の未然防止を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明において本実施形態に係るクロック制御方式を説明するためのブロック図。

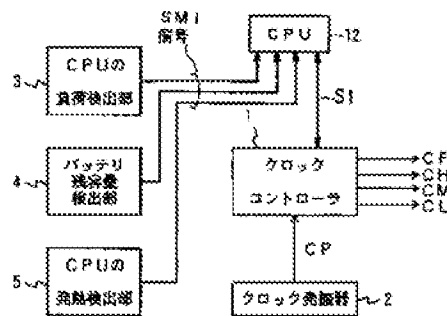
【図2】本実施形態に係るパーソナルコンピュータの要部を示すブロック図。

【図3】本実施形態の動作を説明するためのフローチャート。

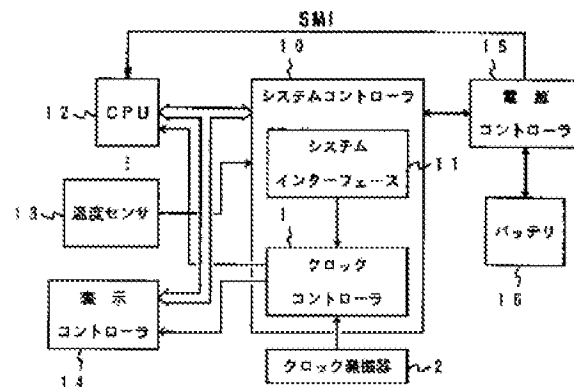
【符号の説明】

- 1…クロックコントローラ
- 2…クロック発振器
- 3…CPUの負荷検出部
- 4…バッテリー残容量検出部
- 5…CPUの発熱検出部
- 10…システムコントローラ
- 11…システムインターフェース
- 12…CPU
- 13…温度センサ
- 14…表示コントローラ
- 15…電源コントローラ
- 16…充電式バッテリー

【図1】



【図2】



【図3】

